

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ І ФУНКЦІОНУВАННЯМ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ И МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Новицкий Н.Н.^{1,2}, Луценко А.В.^{1,2}

¹ФГБУН Институт систем энергетики имени Л. А. Мелентьева СО РАН,

*²Сколковский институт науки и технологий ЦНИО «Энергетические
системы», РФ*

Системы централизованного теплоснабжения (ТСС) городов и населенных пунктов имеют большие резервы энергосбережения. Значительная часть этих резервов может быть реализована за счет заблаговременного создания условий для поддержания оптимальных режимов их работы, т.е. – на этапе планирования режимов (наладки тепловой сети). На практике, задачи разработки (планирования) основных и послеаварийных режимов ТСС решаются путем многовариантных гидравлических расчетов. При этом процесс обоснования режимов целиком возлагается на инженера, а качество и оптимальность принимаемых решений напрямую зависит как от его опыта и квалификации, так и от масштабов и сложности самой системы.

Автоматизации решения этих задач препятствует ряд факторов, в частности: большая размерность моделей потокораспределения; их нелинейность; дискретность части переменных; необходимость учета многочисленных ограничений на параметры режима и управления; наличие нескольких критериев оптимальности и т.д. По этим причинам на данный момент отсутствуют работоспособные методики и программные комплексы, позволяющие проводить оптимизацию режимов реальных ТСС. Этим определяется актуальность разработки и применения самостоятельных методов расчета допустимых и оптимальных режимов. В ИСЭМ СО РАН предложен многоуровневый подход к оптимизации гидравлических режимов (ГР) ТСС [0], предполагающий декомпозицию расчетной схемы ТСС на магистральную (МТС) и распределительные тепловые сети (РТС). На уровень МТС выносятся закольцованная (в однолинейном изображении) часть сети, содержащая все источники тепла и насосные станции, а на уровень РТС – пассивные, разветвленные сети до конечных потребителей. При этом экономический критерий оптимальности режимов работает только для МТС. На уровне РТС задачи оптимизации режимов используют технологические критерии.

В докладе рассматривается задача оптимизации ГР РТС, которую можно рассматривать как этап указанного подхода, либо как самостоятельную. Эта задача состоит в нахождении такого состава и значений управляющих воздействий, которые при заданных граничных условиях обеспечивают допустимый ГР, удовлетворяющий критериям оптимальности. На уровне РТС

такие критерии вытекают из стремления: 1) минимизации количества управлений на сети с целью сокращения трудоемкости наладочных мероприятий; 2) минимизации общего давления в сети с целью сокращения утечек через различные неплотности, непроизводительных расходов через водоразборную арматуру, вероятности возникновения аварийных ситуаций и ущербов от их последствий. В качестве управляющих воздействий на этом уровне выступают дросселирующие устройства и различные регуляторы расхода / давления (на сети и у потребителей).

В докладе приводится математическая формализация этой дискретно–непрерывной и многокритериальной задачи. Проблема многокритериальности решается в рамках известного подхода, предполагающего предварительное ранжирование критериев по степени важности. При этом критерии упорядочены, как указано выше. Особенность состоит в том, что в общем случае решение по основному критерию не единственно.

В докладе предложена методика, к ходе которой: 1) ГР оптимизируется по основному критерию; 2) отыскиваются другие решения, имеющие такое же значение основного критерия; 3) для всех решений, доставляющих минимум основного критерия отыскивается минимум второго критерия оптимальности; 4) среди полученных решений выбирается наилучшее по второму критерию.

Для поиска решений по основному критерию были разработаны и исследованы алгоритмы дискретной оптимизации по методам: полного перебора, ветвлений и отсечений, ветвей и границ (ВГ) [1,2]. При оптимизации по второму критерию (для непрерывной задачи) последовательное сокращение интервала неопределенности значений этого критерия выполнялось по методу бисекции [3]. На каждом шаге такого процесса решалась задача нахождения допустимого режима методом внутренних точек [4]. Предложенные алгоритмы были реализованы и апробированы при решении оптимизационных задач на условных примерах РТС. Расчеты показали работоспособность предложенных алгоритмов в плане поиска глобального решения задачи, а также наибольшую эффективность алгоритма ВГ.

Список литературы

1. Луценко А.В., Новицкий Н.Н. Математические модели и алгоритмы оптимизации режимов тепловых сетей / Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 64. Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014 – с. 396-405.
2. Хохлюк В. И., Параллельные алгоритмы целочисленной оптимизации. – М. : Радио и связь, 1987 – 138с.
3. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование М: – Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит, 1969. – 368с.
4. Новицкий Н.Н., Дикин И.И. Расчет допустимых режимов работы трубопроводных сетей методом внутренних точек // Изв. РАН. Энергетика. – 2003. – №5. – с. 104.